Aus der Universitätsklinik und Poliklinik
für Haut- und Geschlechtskrankheiten
in Hamburg
Dir. Prof. P. Mulzer

Kapillarmikroskopische Veränderungen bei endermaler Injektion von Salzlösungen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

Hans Levy

aus Hamburg

1935

Willi Weber, Billstedt-Hamburg

Von der medizinischen Fakultät
BASEL
genehmigt auf Antrag von Professor LUTZ

Tag der Promotion: 19. Februar 1935

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK

Meinen lieben Eltern
gewidmet!

Die qualitativ spezifische Wirkung von $Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$ und $Mg^{\cdot\cdot}$ in überdosierter Konzentration auf eine Reihe innerer Organe ist nachgewiesen. So bewirken Ca-Ionen am Herzmuskel eine Zunahme der Systole, K-Ionen eine Verstärkung der Diastole (LOEWI). Quergestreifte Muskeln werden durch $Na^{\cdot}$ erregt, durch $K^{\cdot}$ gelähmt (GOTTSCHALK und ADLER); dagegen reagiert der Darm auf $K^{\cdot}$ tonussteigernd und erregend, während $Ca^{\cdot\cdot}$ den Darm erschlaffen läßt (ZONDEK). $Mg^{\cdot\cdot}$ wirkt auf das Zentralnervensystem narkotisch, durch $CaCl_2$-Infusion wird die Narkose sofort kupiert (MELTZER und AUER). Am zerschnittenen Froschmuskelpräparat läßt sich die quellende Wirkung des $Mg^{\cdot\cdot}$ und die entquellende des $Ca^{\cdot\cdot}$ demonstrieren (WIECHMANN). Die Kationen lösen demnach auf die verschiedensten Organe ganz bestimmte, charakteristische, teilweise entgegengesetzte Wirkungen aus, deren Effekt offenbar dem Kation eigentümlich ist.

Versuche über die gegenseitige Beeinflußbarkeit der Wirkungen je zweier Elektrolyte ergaben vor allem einen Antagonismus zwischen ein- und mehrwertigen Kationen. LOEB sah, daß bei Medusen reine Na Cl-Lösung Herz- und Schwimmtätigkeit verhinderten. Durch Hinzufügen von kleinen Mengen von $Ca^{\cdot\cdot}$ konnte die Giftwirkung aufgehoben werden. Weiter konnte LOEB eine Aufhebung der giftigen Wirkung zweiwertiger Kationen durch kleine Mengen eines dreiwertigen oder zweiwertigen und große Mengen eines einwertigen Kations zeigen. Er fand damit eine quantitative Beziehung zwischen der Menge der giftigen einwertigen und der zur Entgiftung notwendigen zweiwertigen Kationen. LOEB nennt diese Beziehung „physiologischer Ionenantagonismus" und die aus Kationengemischen bestehenden indifferent sich verhaltenden Lösung „physiologisch aequilibrierte Lösungen".

HERBST beschreibt in seinen Studien über die Entwicklung der Seeigellarven die Notwendigkeit von $K^{\cdot}$ in allen Entwicklungsstadien, von $Ca^{\cdot\cdot}$ zum Aufbau des Skeletts und $Mg^{\cdot\cdot}$ zur Darmbildung und beim Befruchtungsvorgang. $Na^{\cdot}$ ist unentbehrlich, im geringen Ueberschuß aber durchaus schädlich.

Ueber das Verhältnis der wechselseitigen Aequilibrierung gibt LOEB die relativen Mengen wie folgt an:

$$Ca^{\cdot\cdot} : Mg^{\cdot\cdot} = 1 : 1$$
$$Na^{\cdot} : K^{\cdot} = 17 : 1$$

NEUSCHLOSS bestimmte die Proportionen von

1 wert. Kation : 2 wert. Kation = 20 : 1

und von

$$Na^{\cdot} : K^{\cdot} = 1 : 1/20$$

HANSTEEN benötigte zur völligen Entgiftung die Verhältnisse

$$K^{\cdot} : Ca^{\cdot\cdot} = 1000 : 1$$
$$Mg^{\cdot\cdot} : Ca^{\cdot\cdot} = 2 : 1$$

Die zur Fällung ausreichenden Ionenkonzentrationen scheinen sich also indirekt proportional zu ihrer Wertigkeit zu verhalten.

STARKENSTEIN beschreibt Versuche, bei denen er durch Fällung eines Kations die normalen Relationen änderte und somit die Wirkungen der Antagonisten in Erscheinung traten. Fällung des $Ca^{\cdot\cdot}$ durch oxalsaure Salze und Phosphate erzeugt Krämpfe, Diarrhoen, Erscheinungen, die erst durch $CaCl_2$-Injektionen wieder beseitigt werden konnten.

Diese Ergebnisse zeigen die gegenseitige Beeinflussung der Elektrolyte und das Auftreten bestimmter, charakteristischer Erscheinungen, wenn es zu einer Relationenverschiebung unter den Kationen kommt.

Neben den Wirkungen der Kationen auf die inneren Organe interessierte vor allem auch die Reaktion des Hautorgans auf diese transmineralisierenden Vorgänge.

LUITHLEN suchte Zusammenhänge zwischen Kostform und Entzündungsbereitschaft, ausgehend von der Vorstellung einer gegenseitigen Verdrängung der Kationen untereinander. Als Ergebnis fand er eine Sensibilitätssteigerung der Haut auf entzündliche Reize bei Na- und Ca-armer Diät; das Gegenteil trat nach Ca- und Mg-reicher Diät ein. Im ersteren Falle kommt es zu einer Verschiebung zugunsten von $K^{\cdot}$ gegenüber dem Komplex $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$ und $Na^{\cdot}$, im letzteren tritt eine solche zugunsten von $Mg^{\cdot\cdot}$ und $Ca^{\cdot\cdot}$ ein. Zufuhr von Calcium-Salzen setzen die Intensität exsudativer Vorgänge herab. Ungefähr würde somit eine relative Na- und K-Speicherung mit erhöhter Entzündungsbereitschaft einhergehen, Ca- und Mg-Zufuhr aber dieselbe herabsetzen.

KLAUDER und BROWN kamen zu denselben Ergebnissen wie LUITHLEN.

Aber erst KEINING und HOPF deckten die sicheren Beziehungen zwischen Entzündungsbereitschaft und Mineralgehalt der Haut auf. Sie bestimmten zunächst die genauen absoluten und relativen Mengenverhältnisse von Na, K, Ca und Mg im Blutserum und fanden folgende Werte:

Na	K	Ca	Mg	
260—400	15—28	6,6—15	1,5—4	mg %

Drückt man die Kationenrelationen in Aequivalenzwerten aus, so ergibt sich das molekulare Mengenverhältnis, wenn man die Zahl der Na-Moleküle = 100 setzt.

$$Na : K : Ca : Mg = 100 : (5{,}0—2{,}5) : (2{,}5—1{,}2) : (5—1{,}4)$$

oder $Na : (K + Ca + Mg) = 100 : 7$ (Durchschnittszahl).

Nach längerer, übermäßiger Kochsalzzufuhr kommt es zum Absinken der Antagonistenwerte im Blut um z. B. 20%, das Verhältnis verschiebt sich dann von 100 : 7 auf 100 : 5,6. „Bei den großen chemisch-physikalischen Ausschlägen, welche solche Abweichungen in der Kationrelation hervorrufen, ist es verständlich, daß pathologische Reaktionen entstehen."

Na Cl Schübe, als Medikament eingegeben, verursachten regelmäßig eine Zunahme der entzündlichen Erscheinungen bei bestehenden Dermatosen. Die exazerbierende Wirkung muß auf die Ueberschwemmung mit Na Cl zurückgeführt werden, da weitere Gaben von Lösungen, die aus Gemischen von Na-Ionen mit anderen antagonistisch wirkenden Kationen bestanden, die Reizwirkung des Na Cl herabsetzten und in einem bestimmten Mengenverhältnis sogar ganz aufhoben. Als Ergebnis fanden sie eine Lösung, die in ihrer quantitativen Zusammensetzung dem Kationengehalt des Blutserums gleichkommt.

Bei der direkten makroskopischen Analyse der Salzwirkungen auf die äußere Haut fand BOMMER, daß die intradermale Injektion von Na Cl, K Cl, Ca Cl_2 und Mg Cl_2 zu differenten, ihrem Typus und Verlauf nach charakteristischen Hautreaktionen führen, welche von den gewählten Kationen abhängig sind. Jedoch glaubt BOMMER, daß auch die Anionen einen wesentlichen spezifischen Einfluß auf die Reaktionen gewinnen. Demnach zeigt die Umgebung der Injektionsquaddel nach Na Cl-Injektion eine leichte Rötung als Ausdruck einer Erregbarkeitssteigerung. Die K Cl-Reaktion soll in Gefäßerweiterung bestehen, erkennbar an der stärkeren Rötung im Injektionsgebiet, während Ca Cl_2 eine Vasokonstriktion (weiße Quaddel) mit sekundärer Exsudation infolge der entquellenden Wirkung des Ca entstehen läßt. Die Mg Cl_2-Reaktion besteht in starker Gefäßerweiterung, die durch eine dunkelrote Verfärbung der Quaddel und ihrer Umgebung zum Ausdruck kommt.

ECKART kam mit derselben Methodik zu gleichwertigen Resultaten, konnte jedoch zeigen, daß eine spezifische Wirkung nur dem Kation zukommt.

Ueber den Angriffspunkt der Elektrolytwirkung sind die Anschauungen noch nicht ganz geklärt. BOMMER glaubt, daß die Kationen einen direkten Einfluß auf das Kapillarsystem ausüben; insbesondere die Kapillarwand soll der Ort sein, wo eine Aenderung im Elektrolytgleichgewicht sich auswirkt. Vier wesentliche Faktoren sind verantwortlich für die kapilläre Dysfunktion nach Na Cl-Zufuhr.

1. Zunahme der Gefäßpermeabilität.
2. Verschiebung des kolloidalen Zustandes der Gefäßwandzellen nach der Seite stärkerer Quellungen.
3. Neigung zu spastischen Vorgängen, denen häufig atonische in anderen Gefäßgebieten entsprechen.
4. Neigung zur Diapedesis weißer Blutkörperchen: verstärkte Entzündungsbereitschaft auf banale Reize.

Dementsprechend deutet BOMMER die spezifische Hautreaktion bei endermaler Zufuhr von Elektrolyten als kapilläre Reaktion, die sich vorwiegend in den Wandzellen abspielt.

KEINING und HOPF generalisieren die Effekte der Kationen-Verschiebung auf jede Zelle des betroffenen Organs oder Organteiles, natürlich wird auch die Kapillarzelle einbezogen, aber erst sekundär.

Zunächst wird der vegetative Tonus jeder Zelle durch Elektrolyt-Verhältnisänderung alteriert und dadurch eine vegetative Funktionsschädigung jeder Zelle oder eines Organs gesetzt. Zusammen mit SCHNEIDER konnten sie die Beeinflussung des vegetativen Tonus des Gesamtorganismus durch Mineralsalzmedikation zeigen.

In dieser Arbeit soll nun mittels der kapillaroskopischen Methode der kapilläre Wirkungsmechanismus von intrakutan applizierten Salzlösungen untersucht werden, in Anlehnung an die Untersuchungen BOMMERS und ECKARTS.

Es finden sich in der Literatur verschiedene Angaben über kapillaroskopische Veränderungen bei Injektionen von Salzlösungen.

RONDELLI sah bei $CaCl_2$-Injektionen dauernde kapilläre Hyperämie, nach Einspritzen von physiologischer Kochsalzlösung Kapillarverarmungsbilder. Dagegen soll nach LEWIS kein Unterschied in der Reaktion zwischen $CaCl_2$ und NaCl bestehen, beide rufen die für Histamin charakteristische Reaktion (Gefäßerweiterung) hervor. Intravenöse Injektionen von hypertonischer NaCl und Dextroselösung bewirken unmittelbar darauf eine Kapillarerweiterung mit Strömungsbeschleunigung, die bis zu 1½ Stunden anhalten kann (Mészaros). O. MÜLLER rief mit bestimmt dosierten mechanischen Reizen Kapillarkontraktionen hervor (makrosk. weißer Dermographismus). Nach BETTMANN erzeugen erst stärkere Reize sichtbare Veränderungen des Gefäßkalibers. Er fand nach Traumareiz mit dem Pirquetbohrer Gefäßerweiterung mit Strömungsverlangsamung, dasselbe Bild, das BRILL an wärmegelähmten Kapillaren fand; Zusatz von gefäßverengenden oder -erweiternden Pharmaka bedingte keinen Unterschied.

Für unsere Versuche verwandten wir nach den Vorschriften Bommers und Eckarts als Injektionslösungen

0,9 % . . . . . NaCl
1,16 % . . . . . KCl
1,22 % . . . . . $CaCl_2$
1,0 % . . . . . $MgCl_2$

Von diesen Lösungen wurden je 0,1 ccm intradermal am Nagelfalz des vierten und fünften Fingers beider Hände appliziert. Die Versuchsreihe umfaßte 30 Patienten, davon 26 Hautgesunde, 4 litten an exogenen Hautaffektionen. Alle wiesen annähernd einen gleich starken Dermographismus auf, d. h. eine ähnliche Reaktionslage des Hautorgans.

In den Versuchen benützten wir zur Kapillaroskopie ein normales Zeißmikroskop mit einem auf dessen Objektplatte montierten Fingerhalter, der wie eine muldenförmige Schiene den Endphalangen angepaßt war und ohne Kompression und Stauung die zu beobachtende Endphalange fixierte. Als Lichtquelle diente eine Bogenlichtbeleuchtung, deren Strahlen nahezu tangential auf den eingestellten Hautbezirk fielen. Jeder thermalen Beeinflussung der oberflächlichen Kapillaren wurde durch Einschaltung einer mit Kühlflüssigkeit (Zeiß) gefüllten Küvette zwischen Lichtquelle und Objekt vorgebeugt.

Die Vergrößerung war ebenso wie bei dem von O. MÜLLER angegebenen Kapillarmikroskop sechzigfach. Diese Vergrößerung entspricht den Untersuchungen am besten, denn bei stärkerem System leidet die Tiefenschärfe bereits in so hohem Maße, daß sich die gleichzeitige Beobachtung mehrerer Kapillaren kaum durchführen läßt. Zur Aufhellung kam Zedernöl zur Verwendung (MÜLLER).

Um möglichst gleiche Voraussetzungen für das Experiment zu schaffen durch Ausschaltung exogener (Witterungs-) (WEISS) oder endogener (psychischer) (KROGH) Kapillarreize, wurden die Patienten im abgedunkelten Zimmer an eine konstante Temperatur gewöhnt, bis man einen Gleichgewichtszustand in der Hautdurchblutung annehmen konnte. Diese Zeit wurde benutzt, um in Vorversuchen einen Ueberblick über das Kapillarbild am unbehandelten Limbus zu gewinnen. Wir sahen bei den sonst klinisch Gesunden nicht nur die als normal geltenden Haarnadel-, Teppichklopfer- und Violinschlüsselfiguren, sondern auch die vielfach differenzierten hirschgeweih- und netzähnlichen Bildungen, die ohne auffallende Gruppierung als Einzelerscheinung die Formationen der normal figurierten Schlingen unterbrachen. Man findet nur in der Minderzahl der Fälle eine normale Ausbildung der Kapillaren. BOCK fand in einer größeren Untersuchungsreihe nur in 34 % ein normales Kapillarbild. Der Rest zeigte mehr oder minder ausgebildete Atypien.

Bezüglich der Strömungsgeschwindigkeit und der Kontinuität der Strömung ergab sich kein einheitliches Bild. In der überwiegenden Anzahl der Fälle war die Strömung kontinuierlich. Vielfach konnte aber auch eine Tendenz zur körnigen Strömung beobachtet werden, oft sind beide Phänomene im selben Gesichtsfeld zu sehen.

Unter dem Begriff der Kapillarweite verstehen wir in Wirklichkeit die Bereiche der Erythrocytensäule in den Kapillaren, denn nur diese sind wir bei der gegebenen sechzigfachen Vergrößerung zu sehen imstande. Es ist wahrscheinlich, daß die wirkliche Kapillarweite sich zur sichtbaren Strombreite proportional verhält (MICHAEL und BUSCHKE). Von Kapillarkontraktion sprechen wir, wenn die vorher sichtbare Blutsäule verschwindet.

Die immerhin mangelhafte Aufhellung der tieferen Hautschichten erlaubte uns keine genauere Beobachtung des subpapillären Plexus. Nur in zwei Fällen (infolge altersatrophischer, unpigmentierter Cutis) vermochten wir die Plexusgefäße in ihrem Verlauf andeutungsweise und unscharf zu verfolgen.

Nach Abschluß der Voruntersuchungen am unbehandelten Nagelfalz folgten anschließend die Hauptversuche am selben Patienten. Wir begannen mit der Injektion von 0,1 ccm der 0,9prozentigen Na Cl-Lösung; parallel der Injektion ging die kapillaroskopische Beobachtung. Nach Abklingen der Reaktion setzten wir nach dem oben schon erwähnten Schema die K Cl-Quaddel u. s.f.

1. Na Cl-Injektion: Die Injektion mit Na Cl-Lösung läßt, rein

mechanisch bedingt und durch die Injektion jeder Flüssigkeit hervorgerufen, die weiß hervortretende Injektionsquaddel entstehen. Die dermatoskopische Beobachtung dieser Partie zeigt, daß im Bereich der Quaddel, besonders zentral, alle Kapillaren verschwunden sind. Der Untergrund ist zuerst fast porzellanweiß. In der Umgebung der Quaddel ist das Kapillarbild wie vor der Injektion, der Untergrund bleibt hier rosa. Die sichtbaren Kapillaren in der Peripherie lassen keinerlei Veränderungen in der Strömung erkennen. Das subpapilläre Netz bleibt unsichtbar, auch in den Fällen, wo man es vorher angedeutet verfolgen konnte (Injektionsödem). Dieser Zustand dauert ca. zwei bis drei Minuten, dann nimmt die Quaddel an Umfang rasch ab und verflacht. Parallel dazu beginnen, von peripher zum Zentrum hin, die Kapillaren successiv sich wieder zu füllen, und zwar setzt die Strömung ziemlich plötzlich ein, sie ist etwas lebhafter als während der Voruntersuchung, jedoch sieht man immer noch Kontinuitätstrennungen der Blutsäule. In einem Falle — es handelte sich um besonders gut sichtbare, langgestreckte Haargefäße mit ursprünglich überwiegend körniger Strömung — waren wir in der Lage, deutlicher eine kontinuierlichere Zirkulation nach Abklingen der Reaktion feststellen zu können. Der Untergrund erscheint gegen Ende der Reaktion regelmäßig leicht gerötet.

Sechs bis sieben Minuten nach der Injektion kann man die Reaktion als beendet ansehen. Auf gleichmäßig rosafarbenem Untergrund stellt sich das jeweils auch vorher beobachtete Kapillarbild wieder her. Der subpapilläre Plexus erreicht, wo er beobachtet wurde, wieder seine ursprüngliche Ausdehnung.

2. K Cl-Injektion: Wie bei der Na Cl-Injektion werden die vorher gut sichtbaren Kapillaren im ganzen Umfang der Quaddel zum Verschwinden gebracht. Während der Injektion tritt der charakteristische Kaliumschmerz (HÄBLER und HUMMEL) auf. Die peripapulösen Kapillarschlingen zeigen dieselbe Weite und Strömungsgeschwindigkeit wie vor dem Versuch. Der weiße Untergrund der Quaddel beginnt sich nach kurzer Zeit von der Peripherie her zuerst rosa, dann hellrot zu verfärben. Zugleich werden die Kapillaren im Bereich der abflachenden Quaddel schlagartig wieder sichtbar, sie sind aber nicht erweitert; jedoch überwiegt überall die kontinuierliche Strömung. Nach höchstens sieben Minuten sind alle Erscheinungen zurückgegangen.

3. Ca Cl_2-Injektion: Auf weißem Untergrund, der der Größe der Quaddel entspricht, keine Kapillaren sichtbar, insbesondere ist jede Andeutung des subpapillären Netzes verschwunden. In der Umgebung der Quaddel sind die Kapillaren gut sichtbar mit unveränderter Strömung, der Untergrund ist hier rosa, manchmal blasser als vor der Injektion. Durchschnittlich nach sechs Minuten — also immer deutlich später als beim Na Cl- oder K Cl-Versuch — erfolgt das Wiedererscheinen der sich schnell auffüllenden Haargefäße. Im Gegensatz zur K Cl-Injektion bleibt die Strömung in den zentralen Kapillaren vielfach unregelmäßig und körnig, eine stärkere Oedembildung oder eine

sekundäre Exsudationsquaddel (ECKART) wurde nicht beobachtet. Nach spätestens 15 Minuten hat der blasse, zentrale Untergrund seine ursprüngliche Färbung wieder angenommen.

4. $MgCl_2$-Injektion: Wie bei allen Versuchen kontrahieren sich im Bereich des Einstichkanals die Kapillaren, entsprechend der Ausdehnung der Quaddel. Der Untergrund ist in derselben Ausdehnung blaß. Außerhalb der Effloreszenz sieht man entsprechend dem ursprünglichen Zustand unveränderte Kapillaren auf rosa Untergrund. Mit Beginn der Resorption der Quaddel nimmt der zentrale Untergrund eine hauchartige rote Färbung an, die mehr oder weniger dunkel gegen die Umgebung mit unscharfer Begrenzung kontrastiert. Zugleich erscheinen die bis dahin kontrahiert gewesenen Kapillaren, ohne jetzt Veränderungen als Folge der Injektion in bezug auf Blutdurchströmung zu zeigen. Nach fünf bis sechs Minuten ist jede Reaktion abgeklungen, der Untergrund zeigt eine gleichmäßige Rosafärbung, das subpapilläre Netz ist nicht auffällig verändert.

Im Folgenden eine tabellarische Uebersicht der Ergebnisse:

	Kapill. Zustand nach Injektion	Verhalten der Kapill.-Strömung nach Wiedererscheinen	Färbung des Untergrundes
NaCl . . .	Kontraktion	wenig beschleunigt	leicht gerötet
KCl	„	deutlich beschleunigt	hellrot
$CaCl_2$ . . .	„	verzögert	blaß
$MgCl_2$ . .	„	unverändert	dunkelrot

Die experimentellen Ergebnisse zeigen, daß der kapilläre Reaktionsablauf in den vier Untersuchungsreihen in gleichförmiger Weise sich abspielt. Im Augenblick der Injektion erfolgt im Bereich der Injektionsquaddel eine momentane Kapillarkontraktion; dieser Vorgang ist mit relativ scharfer Begrenzung gegen die unbeeinflußte Umgebung abgesetzt. Nach wenigen Minuten Dauer löst sich parallel der Resorption der injizierten Flüssigkeit und der damit verbundenen Abflachung der Quaddel der Spasmus, und es stellt sich regelmäßig der ursprüngliche Gefäßtonus wieder her. Eine quantitative oder qualitative Differenz dieser Reaktion, möglich durch eine spezifische Einwirkung des Injektionsmittels auf den Kapillartonus, war nie zu beobachten. Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß es sich bei diesen, der Injektion unmittelbar folgenden, kontraktilen Veränderungen im Wesentlichen um zwei Vorgänge handelt.

1. Aktive reflektorische Kontraktion als Folge des Einstichtraumas, ähnlich den Gefäßkontraktionen bei Gewebsdurchtrennung (z. B. Amputation).

2. Mechanische Expression der Gefäße infolge des erhöhten Gewebsdruckes, denn man hat bei der intradermalen Injektion einen erheblichen Gegendruck zu überwinden.

Die Ansicht, daß im Vordergrund der Beobachtung die reflektorischen, unspezifischen Kapillarveränderungen stehen, vertritt auch

BETTMANN. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die gereizte Haut nicht auf chemische Reize antwortet.

Von anderen Autoren sind spezifische Hautreaktionen durch Salzlösungen sichergestellt (BOMMER, RONDELLI, ECKART).

Die von uns gesehenen Kapillarveränderungen müssen in bezug auf das Injektionsmittel als unspezifisch bezeichnet werden, denn der Wechsel des Injektionsmittels blieb ohne Einfluß auf den Verlauf. Wahrscheinlich überwiegt überhaupt der traumatische Reiz über den spezifischen, und der letztere kommt erst nach Abklingen des ersteren zur Wirkung oder wird völlig überlagert und gelangt dann nicht zur Beobachtung. Ferner müssen wir nach den Angaben L. R. MÜLLER's, LEWIS' und KROGH's den Kapillaren bei Hautreaktionen auf umschriebene lokal applizierte Reize hin eine mehr passive Rolle zuweisen, während der Schwerpunkt der Veränderungen in den subpapillären Plexus verlegt wird. Nach MÜLLER muß man für die Intensität des Reaktionshofes vor allem eine Erweiterung der zu- und abführenden Gefäße annehmen, die arterielles Blut rasch und reichlich das Kapillarnetz durchfluten läßt. „Die Kapillaren verhalten sich dabei vielleicht passiv." Ebenso macht Lewis für die Hautfarbe den subpapillären Venenplexus verantwortlich, dessen Zustand abhängig ist von der Menge der bei der Reaktion entstehenden „H-Substanz", und Krogh beschreibt, wie bei Aenderungen der Körpertemperatur beim Kaninchen eine Zunahme der Ohrdurchblutung durch Erweiterung der Arterien und Arteriolen zustande kommt, die Kapillaren werden davon kaum betroffen, wohl aber werden Venchen und Venen etwas erweitert. „So entsteht an der Haut eine gewisse, mit bloßem Auge erkennbare Rötung". Nach den letztgenannten Autoren scheint also für die Hautröte neben der Durchströmungsgeschwindigkeit von den Arteriolen her besonders wichtig die Weite der kleinen Arterien und Venen zu sein.

Betrachten wir unter diesen Gesichtspunkten unsere Versuchsergebnisse, so kann man neben der kapillaren Reaktion noch andere Veränderungen hervorheben, die ihrerseits Rückschlüsse auf den Zustand des subpapillären Netzes erlauben: Die Aenderung des Erythrocytenstromes in den Kapillaren und die Färbung des Untergrundes. Ein Vergleich zeigt (s. Tabelle), daß hier das Injektionsmittel einen bestimmenden Einfluß auf diese Erscheinungen ausübt. Demnach ist der Verlauf der Reaktionen wie folgt:

1. Die Alteration bei Na Cl-Injektionen ist so geringfügig, daß sie sich bei der immerhin groben Methode kaum erfassen läßt. Dennoch konnten wir in der Mehrzahl der Fälle einen beschleunigten Blutstrom in den Kapillaren feststellen, der eine Erweiterung des tieferen Plexus zur Voraussetzung hat. In diesem Sinne ist auch die leichte Rötung des Untergrundes zu verwerten.

2. Der hellrote Untergrund in Verbindung mit stets kontinuierlicher Strömung belastet die Präkapillaren mit dem Effekt der K Cl-Injektion.

3. $CaCl_2$-Injektion: Der blasse Untergrund mit dem verzögerten Wiederauftreten eines Erythrocytenstroms in den Kapillaren sind ein Zeichen einer Tonuserhöhung im subpapillären Plexus, und

4. der tiefrote Untergrund nach $MgCl_2$-Injektion ist wahrscheinlich die Folge einer Venolendilatation. Die Strömung in den Kapillaren schien weder beschleunigt noch verlangsamt zu sein.

Damit wäre der spezifische Wirkungsmechanismus einer relativen Elektrolytverschiebung an umschriebener Stelle auf den subpapillären Plexus zurückgeführt, als den Ort, wo sich die spezifische Reaktion abspielt.

Vorstellbar wäre neben einem Eingriff in den kolloidalen Zellzustand eine Einwirkung auf lokale, periphere Gefäßnervenzentren, wie sie von EWALD und GOLTZ auf Grund von Versuchen an entnervten Extremitäten postuliert werden. Außerdem besteht infolge der doppelten Versorgung der Gefäße mit Vasokonstriktoren und -dilatoren noch eine weitere Möglichkeit, Verengerung und Erweiterung dadurch zu erzwingen, daß durch Dämpfung des Antagonisten oder Erregung des Agonisten ein Effekt in dieser oder jener Richtung zustande kommt. Die nervöse Gefäßregulation wiederum haben wir uns nicht allein auf direkt neurogenem, sondern auch auf neurohumoralem Wege zustande kommend vorzustellen.

Ueber den feineren Mechanismus der prä- und postkapillären Tonusänderung können wir mittels der Kapillaroskopie allein, die sich auf die morphologischen Beobachtungen beschränken muß, nichts aussagen.

Die in den Grenzen unserer Versuche gefundenen Ergebnisse zerlegen die Hautreaktion auf intradermale Salzinjektion in zwei Phasen:

1. Eine unspezifische Kapillarveränderung,
2. eine spezifische Veränderung des subpapillären Gefäßnetzes.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wurden 30 Patienten nach intradermaler Injektion von Salzlösungen kapillarmikroskopisch untersucht.

2. Die an den Kapillaren beobachtete Reaktion wird als reflektorische und mechanische Veränderung auf die Injektion an sich angesehen, denn die Wahl des Kations bleibt ohne Einfluß auf den kapillaren Reaktionsverlauf.

3. Die differenten Elektrolytwirkungen werden auf den subpapillären Plexus bezogen.

LITERATUR

Bettmann	Z.f.H. u. G.krkt. 1930, 33; Arch. f. Derm. 1931, 162
Bommer	Kli. Wo. 1924, 39; 1925, 25
„	D. m. Wo. 1934, 36
„	Med. Klin. 1932, 46
Bock	Kli. Wo. 1932, 102
Buschke u. Michael	Zeitschr. f. klin. Med. 1932. 122
Eckart	Dissertation, Hamburg 1932
Ewald cit. Mayer, Gottlieb	Exp. Pharmak. 1933, Berlin
Goltz	Exp. Pharmak. 1933, Berlin
Hansteen	Handb. exp. Pharmak. 3, 1. S. 229
Herbst	Arch. f. Entwicklungsmech. 17, S. 306
Häbler u. Hummel	Z. f. Chirurg. 1929, 52
Keining u. Hopf	D. M. W. 1931, 5
„ „	M. M. Wo. 1931, 24, 25, 37
„ „	Med. Welt 1933, 21
Klauder u. Brown	Arch. f. Derm. I—III, 11, 15, 19
Krogh	Anat. u. Physiolog. d. Kap. 1929, Berlin, Springer
Lewis	Die Blutgef. d. menschl. Haut und ihr Verhältn. gegen Reaktionen, 1928, Berlin, Karger
Loeb	Arch. f. Phys. 88, 93
Loew	Pflügers Arch. 1923, 198
Luithlen	W. kl. Wo. 1912, 18
Mészaros	Zeitschr. f. klin. Med. 1932, 192
Meltzer u. Auer	Americ. J. of Physiol. 1908, 21
L. R. Müller	Die Lebensnerven, 1924
O. Müller	Die Kap. der menschl. Körperoberfläche 1922, Stuttgart, Enke
Neuschloß	Arch. f. Physiol. 181, 187
Rondelli	Z. f. H. u. G.krankh. 1930, 33
Starkenstein	Arch. f. exp. Path. 77
Schneider	Dissertation Hamburg 1932
Weiss	Arch. f. klin. Med. 1916, 119
Wiechmann	Arch. f. Physiol. 182